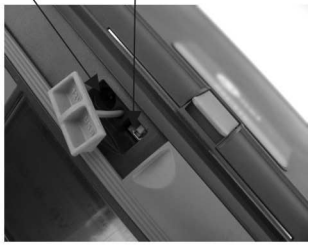
Sonel®

MANUAL DE OPERATIÓN

MEDIDOR DE LA RESISTENCIA EFECTIVA DE LAS PUESTAS A TIERRA

MRU-200

MRU-200



Asiento para el carcagor y USB bajo la tapa removible
Asiento para las tenazas de medición.
Asientos de medición.
Conectar y desconectar la alimentación del medidor.
Activar la medición.
Confirmar la selección.
ESC - volver a la pantalla anterior, salir de la función.
Mover/ seleccionar: derecha/ izquierda, arriba abajo.
MENÚ - seleccionar configuraciones adicionales del medidor.
Conectar y desconectar la iluminación del visor.
Teclas de manejo del visor - corresponden a campos en la parte interior del visor.
Asas para el arnés
START
ENTER
ESC
CHARGING
MENU
MEM
MRU-200

CONMUTADOR ROTATIVO DE FUNCIONES
Seleccionar la función de medición:
- **2p** - medición de la resistencia efectiva de dos onductores
- **3p** - medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra de tres conductores
- **4p** - medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra de cuatro conductores
- **3p** - medición de tres conductores con tenazas
- - medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra con tenazas dobles
- **4p** - medición aplicando el método de impulsión
- **I** - medición con tenazas del valor efectivo de la corriente
- ρ - medición de la resisistividad del suelo
- **MEM** - ver y cancelar la memoria, transmisión de datos

MANUAL DE INSTRUCCIONES

MEDIDOR DE LA RESISTENCIA EFECTIVA DE LAS PUESTAS A TIERRA MRU-200

SONEL S. A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Versión 4. 25/09/2014

El medidor MRU-200 es un dispositivo de medición moderno de alta calidad y de manejo fácil y seguro. Sin embargo, leer este manual de instrucciones permite evitar errores de medición y prevenir eventuales problemas de manejo.

ÍNDICE

1 SEGURIDAD 5

2 MENÚ 6

2.1 TRANSMISIÓN INALÁMBRICA 6
2.2 CONFIGURACIONES DE MEDICIONES 6
2.2.1 Frecuencia de la red 7
2.2.2 Calibración de las tenazas de medición C-3 7
2.3 CONFIGURACIONES DEL MEDIDOR 9
2.3.1 Contraste LCD 9
2.3.2 Iluminación del visor 9
2.3.3 Configuraciones AUTO-OFF 10
2.3.4 Configuraciones de la visualización 10
2.3.5 Fecha y hora 10
2.3.6 Descargar las pilas 11
2.3.7 Actualización del programa 11
2.4 SELECCIONAR EL IDIOMA 11
2.5 INFORMACIÓN SOBRE EL FABRICANTE 11

3 MEDICIONES 12

3.1 MEDICIÓN DE LA CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES PROTEGIDOS Y COMPENSADORES (2P) 12
3.2 CALIBRACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE MEDICIÓN 13
3.2.1 Poner automáticamente a cero 13
3.2.2 Desactivar el autozero 14
3.3 MEDICIÓN 3P 15
3.4 MEDICIÓN 4P, MÉTODO TÉCNICO (CAIDA DE VOLTAGE) 18
3.5 MEDICIÓN 3P + TENAZAS 21
3.6 MEDICIÓN CON DOS TENAZAS 24
3.7 MEDICIÓN 4P ϟ (DE IMPULSIÓN) 26
3.8 MEDICIÓN DE LA CORRIENTE 30
3.9 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO 31

4 MEMORIA 35

4.1 GUARDAR EN LA MEMORIA 35
4.2 CANCELAR LA MEMORIA 36
4.3 REVISAR LA MEMORIA 37

5 TRANSMISIÓN DE DATOS 39

5.1 PAQUETE DE EQUIPAMIENTOS PARA COOPERAR CON EL ORDENADOR 39
5.2 TRANSMISIÓN DE DATOS A TRAVÉS DEL PUERTO USB 39
5.3 TRANSMISIÓN DE DATOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DE RADIO OR-1 39

6 ALIMENTACIÓN DEL MEDIDOR 41

6.1 MONITOREO DE LA TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN 41
6.2 CAMBIO DE PILAS 41
6.3 CAMBIO DE FUSIBLES 42
6.4 CARGAR LAS PILAS 42
6.5 DESCARGAR LAS PILAS 44
6.6 PRINCIPIOS DEL USO DE LAS PILAS DE NÍQUEL E HIDRURO METÁLICO (NI-MH) 44

7 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO 46

8 ALMACENAMIENTO 46

9 DESMONTAJE Y ELIMINACIÓN 46

10 DATOS TÉCNICOS 47

10.1 DATOS BÁSICOS 47
10.2 DATOS ADICIONALES 50
10.2.1 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para las funciones 3p, 4p, 3p + tenazas 50
10.2.2 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para la función ρ 50
10.2.3 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia efectiva para las funciones 3p, 4p, 3p + tenazas 50
10.2.4 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra para la función ρ 50
10.2.5 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra con método de impulsión ρ 51
10.2.6 Influencia de la corriente perturbadora en el resultado de la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra 3p + tenazas 51
10.2.7 Influencia de la corriente perturbadora en el resultado de la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra con tenazas dobles 51
10.2.8 Influencia de la relación entre la resistencia efectiva de la puesta a tierra múltiple medida con tenazas y la resistencia resultante (3p + tenazas) 51
10.2.9 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-4 (2p) 52
10.2.10 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (3p, 4p, 3p + tenazas) 52

11 EQUIPAMIENTO 53

11.1 EQUIPAMIENTO BÁSICO 53
11.2 EQUIPAMIENTO ADICIONAL 53

12 POSICIÓN DE LA CUBIERTA DEL MEDIDOR 55

13 FABRICANTE 55

1 Seguridad

El dispositivo MRU-200 sirve para hacer mediciones cuyos resultados definen el grado de seguridad de la instalación. Por ello, para garantizar el manejo adecuado y la precisión de los resultados se deben observar las siguientes recomendaciones:

- Antes de empezar el trabajo con el medidor, lea este manual de instrucciones y observe los principios de seguridad y las recomendaciones del fabricante.
- El medidor MRU-200 está diseñado para medir resistencias efectivas de las puestas a tierra y de las conexiones protegidas y compensadoras, la resistividad y la medición de corriente con tenazas. Otros usos, diferentes a los indicados en el manual pueden producir daños en el dispositivo y constituir un gran riesgo para el usuario.
- El dispositivo debe ser manejado solamente por el personal cualificado que disponga de licencias requeridas para hacer mediciones en instalaciones eléctricas. El manejo del medidor por el personal no autorizado puede causar daños en el dispositivo y constituir un gran riesgo para el usuario.
- El uso de este manual no excluye la necesidad de cumplir con las normas de salud y seguridad en el trabajo y otras respectivas regulaciones contra el fuego requeridas durante la ejecución de los trabajos del determinado tipo. Antes de empezar a usar el dispositivo en circunstancias especiales, p. ej. en atmósfera peligrosa respecto a la explosión y el fuego, es necesario consultar con la persona responsable de la salud y la seguridad en el trabajo.
- Está prohibido utilizar:
  - ⇒ el medidor dañado o que es total o parcialmente ineficaz,
  - ⇒ conductores con aislamiento dañado,
  - ⇒ el medidor almacenado por un tiempo prolongado en malas condiciones (p.ej. humedecido). **Después de desplazar el medidor del local frío al local caliente con mucha humedad no hacer mediciones hasta que el medidor se caliente hasta la temperatura de ambiente (aprox. 30 minutos).**
- Antes de empezar la medición, comprobar si los conductores están conectados a los asientos de medicición adecuados.
- No se puede utilizar el medidor con la tapa de pilas (acumuladores) abierta ni alimentar el medidor de las fuentes diferentes a las indicadas en este manual de instrucciones.
- Las entradas del medidor están eléctricamente aseguradas contra sobrecargas a causa de, por ejemplo, la conexión incidental a la red energética:
  - para todas las combinaciones de entradas - hasta 276V por 30 segundos.
- Solamente el servicio autorizado puede hacer reparaciones en el dispositivo.
- El dispositivo cumple las exigencias de las normas PN-EN 61010-1 y PN-EN 61557-1, -4, -5.

Atención:
El fabricante se reserva el derecho de introducir modificaciones en el aspecto, el equipamiento y los datos técnicos del medidor.

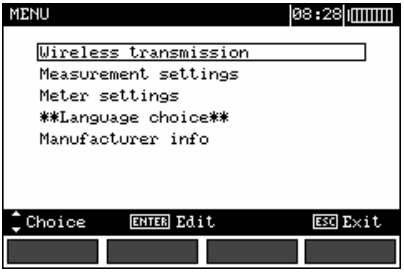
Atención:
Cuando se intentan instalar los controladores en la versión de 64 bits de Windows 8 puede aparecer el mensaje: "Error en la instalación".
Causa: en el sistema Windows 8 se activa por defecto el bloqueo de la instalación de los controladores no firmados digitalmente.
Solución: se debe desactivar la firma digital forzada de los controladores en Windows.

2 Menú

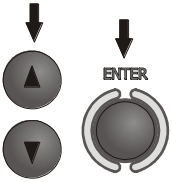
El menú está disponible en cada posición del conmutador rotativo.

1

Presionar el botón **MENÚ**.



2



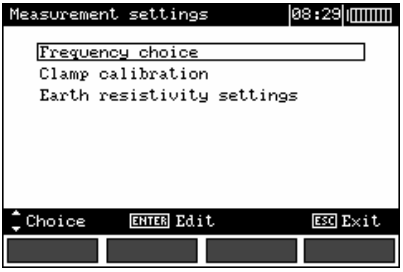
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.

2.1 Transmisión inalámbrica

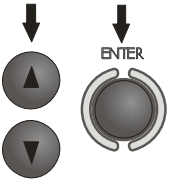
Este tema se presenta en el punto 5.3.

2.2 Configuraciones de mediciones

1



2



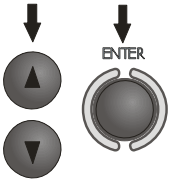
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** entrar en la opción seleccionada.

2.2.1 Frecuencia de la red

Definir la frecuencia de la red, que es la fuente de las potenciales perturbaciones, es imprescindible para seleccionar la frecuencia correspondiente de la señal de medición. Sólo la medición con la frecuencia de la señal bien seleccionada garantiza la óptima filtración de perturbaciones. El medidor sirve para filtrar perturbaciones de las redes 16 2/3Hz, 50Hz, 60Hz y 400Hz. El dispositivo cuenta también con una función de la definición automática de este parámetro (ajuste de la frecuencia de la red = AUTO) que se basa en los resultados de la medición de la tensión perturbadora realizada antes de la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra. Se activa esta función cuando la tensión perturbadora $U_N \geq 1V$. En caso contrario el medidor toma el valor de frecuencia útlimamente seleccionado en el MENÚ.

(1)

(2)



Con los botones ▲, ▼ seleccionar la frecuencia. Con el botón **ENTER** connfirmar la selcción.

2.2.2 Calibración de las tenazas de medición C-3

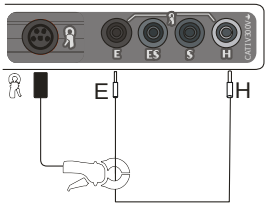
Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. En particular, se debe realizar este procedimiento si compramos las tenazas para el medidor que ya tenemos o si cambiamos de tenazas.

(1)

Después de leer la información previa presionar el botón **ENTER**.

(2)

Seguir los órdenes indicados en la pantalla siguiente.



(2) Una vez terminada la calibración se nos mostrará la pantalla siguiente.

El medidor ha definido el coeficiente de corrección para las tenazas conectadas. El coeficiente queda memorizado también después de cortar la alimentación del medidor, hasta la calibración siguiente.

Notas:

- Preste atención en que el conductor pase por el centro de las tenazas.

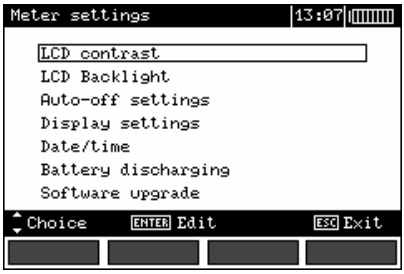
Información adicional visualizada por el medidor

Mensaje	Causa	Modo de procedimiento
ERROR: CLAMP NOT CONNECTED OR NOT PUT ON WIRE CONNECTED TO H AND E SOCKET!	Tenazas no conectadas	Compruebe si las tenazas están conectadas al dispositivo o si están puestas en el conductor en el que el medidor fuerza el paso de corriente.

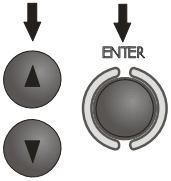
Mensaje	Causa	Modo de procedimiento
ERROR: WIRE NOT CONNECTED TO H AND E TERMINAL! CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Sin conductor	Compruebe las conexiones.
ERROR: CALIBRATION COEFFICIENT OUT OF RANGE. CALIBRATION ABORTED. PRESS ENTER	Mal coeficiente de calibración.	Compruebe las conexiones y/o sustituya las tenazas.

2.3 Configuraciones del medidor

1



2



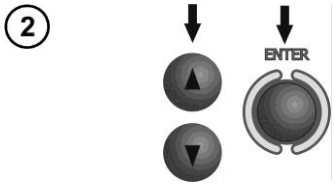
Con los botones ▲, ▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** confirmar la selcción.

2.3.1 Contraste LCD

Con los botones ▲ y ▼ configurar el valor de contraste, para confirmar presione **ENTER**.

2.3.2 Iluminación del visor

1



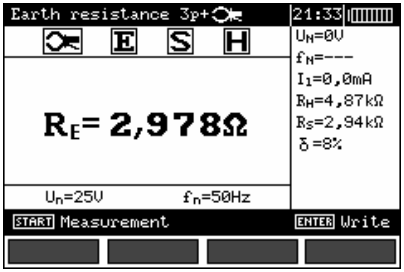
Con los botones ▲, ▼ establecer el tiempo de retroiluminación de la pantalla, para confirmar presione **ENTER**.

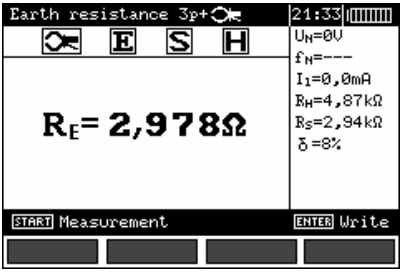
2.3.3 Configuraciones AUTO-OFF

La configuración define el tiempo de la desconexión automática del medidor no utilizado. Con los botones ▲ y ▼ configure el tiempo de AUTO-OFF o su falta, presione **ENTER**.

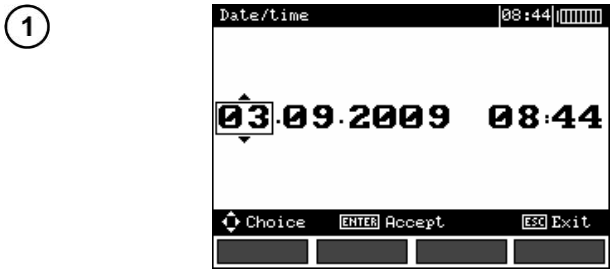
2.3.4 Configuraciones de la visualización

La configuración permite activar o desactivar la visualización de la barra. Con los botones ▲ y ▼ configure la visualización de la barra (con parámetros de la medición) o su falta, presione **ENTER**.



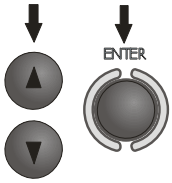


2.3.5 Fecha y hora



Con los botones ◀, ▶ configurar el valor a cambiar (día, mes, año, minuto).

③



Con los botones ▲, ▼ seleccionar la posición correspondiente. Con el botón **ENTER** confirmar la selcción.

2.3.6 Descargar las pilas

El procedimiento descrito detalladamente en el punto 6.4

2.3.7 Actualización del programa

¡ATENCIÓN!
La función sólo para los usuarios que sepan manejar muy bien los ordenadores. La garantía no abarca el mal funcionamiento del dispositivo a causa del uso incorrecto de esta función.

¡ATENCIÓN!
Antes de programar se deben cargar las pilas.
Al programar no se puede apagar el medidor ni desconectar el conductor de la transmisión.

Antes de actualizar el programa, de la página web del fabricante (www.sonel.pl), se debe descargar el programa para el medidor, instalarlo en el ordenador y conectar el medidor al ordenador.

Una vez seleccionada la posición **Program update** (Actualización del programa) en el MENÚ, se debe seguir las instrucciones visualizadas por el programa.

2.4 Seleccionar el idioma

- Con los botones ▲ y ▼ configurar en el MENÚ prinacipal ****Language choice**** (Seleccionar el idioma), presionar el botón **ENTER**.
- Con los botones ▲ y ▼ configurar el idioma, para confirmar presione **ENTER**.

2.5 Información sobre el fabricante

Con los botones ▲ y ▼ configurar en el MENU prinacipal **Product info** (Información sobre el fabricante), presionar el botón **ENTER**.

3 Mediciones

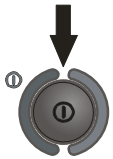
Nota:

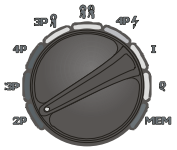
Al hacer la medición se visualiza la barra de avance.

3.1 Medición de la continuidad de los conductores protegidos y compensadores (2p)

Nota:
La medición cumple las exigencias de la norma PN-EN 61557-4 (U<24V, I>200mA para R≤10Ω).

1

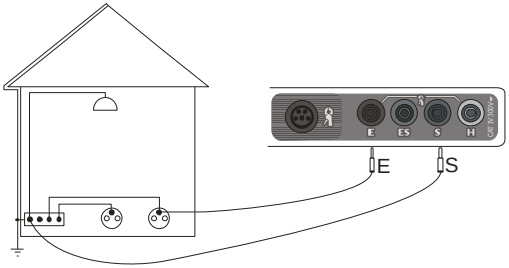


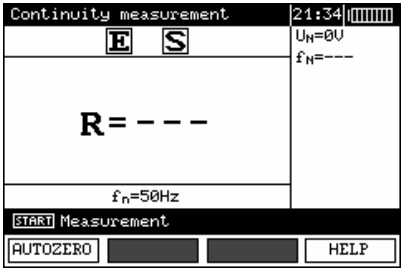


Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **2p**.

2

Conectar los bornes **S** y **E** mediante los conductores con el objeto a medir.



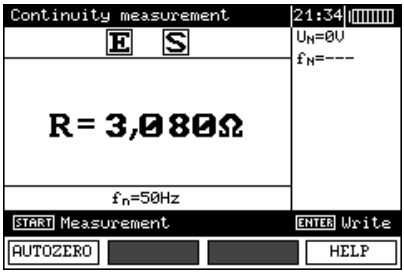


El medidor está listo a realizar la medición. En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia. En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

3

Presionar el botón **START** para iniciar la medición.

④



Leer el resultado.

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón ENTER.

Información adicional visualizada por el medidor

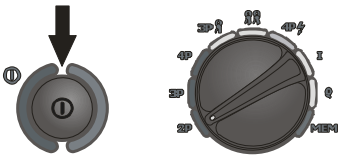
R>19,99kΩ	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

3.2 Calibración de los conductores de medición

Para eliminar la infuencia de la resistencia efectiva de los conductores de medición en el resultado de la medición se puede efectuar su compensación (poner automáticamente a cero). Para ello, la función de la medición **2p** cuenta con una función **AUTOZERO**.

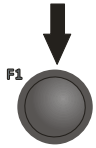
3.2.1 Poner automáticamente a cero

①



Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **2p**.

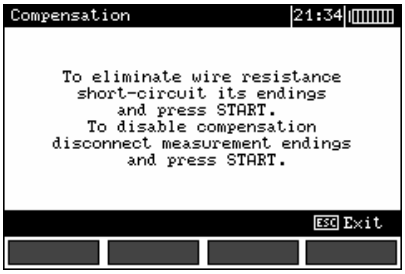
②

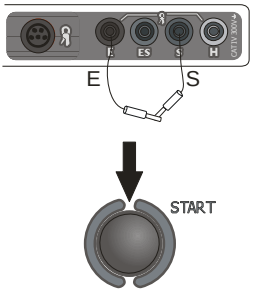


Presionar el botón **F1**.

③

Seguir las operaciones indicadas en la pantalla.





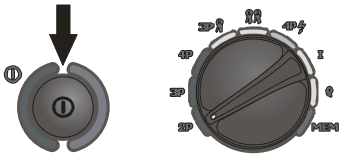
Una vez finalizado el autozero aparecerá la pantalla siguiente:

4

La finalización del autozero se indica con **AUTOZERO** por el lado derecho de la pantalla.

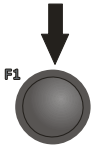
3.2.2 Desactivar el autozero

1



Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **2p**.

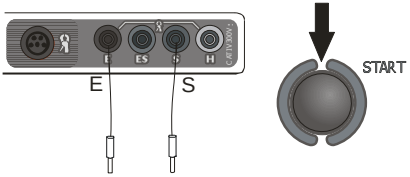
2



Presionar el botón **F1**.

3

Abrir los conductores de medición. Presionar el botón **START**.



Una vez finalizada la operación en la pantalla no aparecerá **AUTOZERO**.

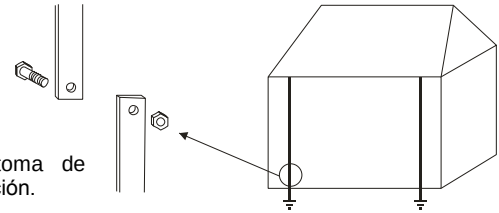
Notas:

- Es suficiente hacer la compensación una vez para los conductores de medición dados. Se memoriza también después de apagar el medidor.

3.3 Medición 3p

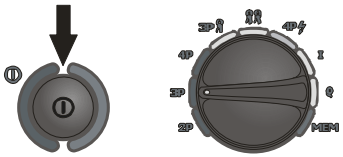
La medición a través del método de tres polos es un tipo básico para la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra.

1



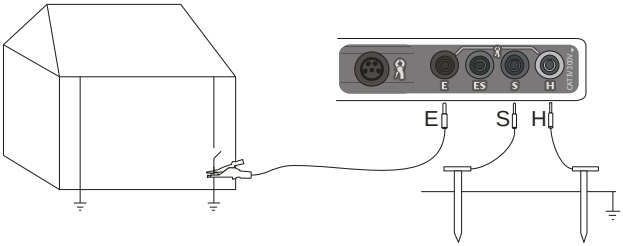
Desconectar la toma de tierra de la instalación.

2



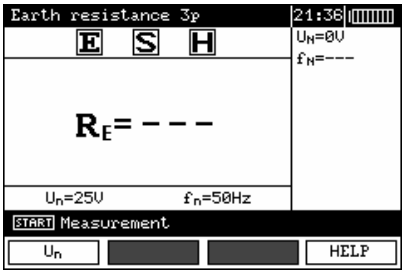
Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **3p**.

3



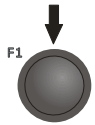
Conectar el electrodo de corriente, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor,
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor,
Conectar la toma de tierra a estudiar con el asiento **E** del medidor.
Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea.

④

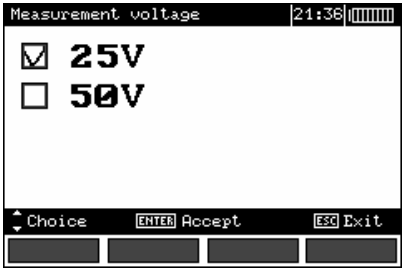


El medidor está listo a medir.
En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia.
En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

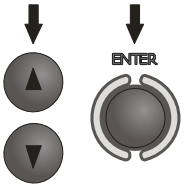
⑤



Para cambiar la tensión de medición presione **F1**.

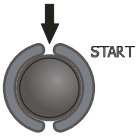


⑥



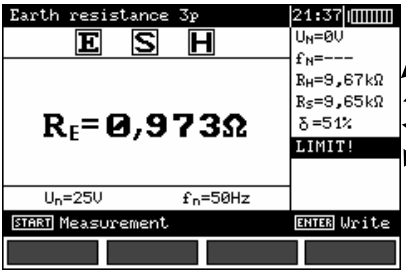
Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la tensión de medición, para confirmar presione **ENTER**.

⑦



Para iniciar la medición presione **START**.

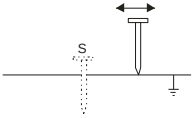
⑧ Leer el resultado.



La resistencia efectiva del electrodo de corriente
La resistencia efectiva del electrodo de tensión
El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos
Se visualiza si δ>30%

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

9



Repetir las mediciones (ùntos 3, 7, 8) desplazando el electrodo de tensión por unos metros: alejando o acercándolo a la toma de tierra medida. Si los resultados de las mediciones R_E difieren entre sí más del 3%, se debe aumentar significativamente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra medida y volver a medir.

Notas:

⚠

Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100V, pero por encima de los 40V se indica como peligrosa. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100V.

- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.

- Si la resistencia efectiva de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando sondas de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de las sondas y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la infuencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner la sonda, poniéndola en otro lugar o empleando la sonda de 80cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - sonda no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.

- Si la resistencia efectiva de las sondas **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

- La calibración hecha por el fabricante no toma en consideración la resistencia efectiva de los conductores de medición. El resultado visualizado por el medidor es una suma de las resistencias efectivas del objeto medido y de los conductores.

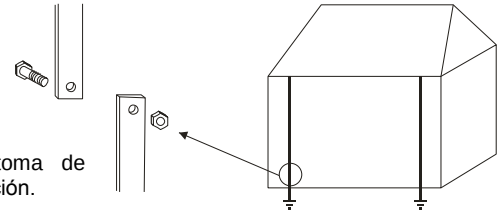
Información adicional visualizada por el medidor

R_E>19,99kΩ	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

3.4 Medición 4p, método técnico (caida de voltage)

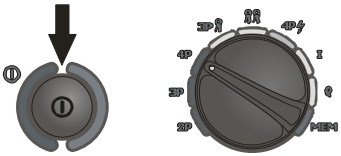
El método de cuatro polos es recomendado para mediciones de las resistencias efectivas de las puestas a tierra de pequeños valores. Permite eliminar la infuencia de la resistencia efectiva de los conductores en el resultado de la medición. Para defnir la resistividad del suelo se recomienda aplicar la función correspondiente (punto 3.9).

1



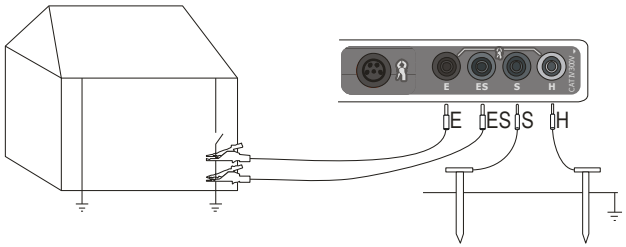
Desconectar la toma de tierra de la instalación.

2



Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **4p**.

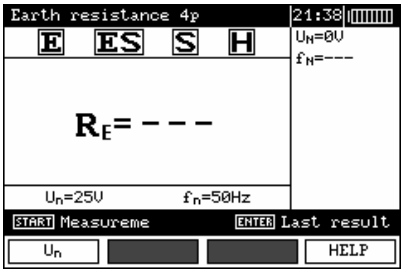
3



Conectar el electrodo de corriente, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor.
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.
Conectar la toma de tierra a estudiar con el asiento **E** del medidor.

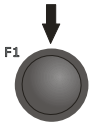
Conectar el asiento **ES** a la toma de tierra estudiada debejo del conductor **E**.
Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea.

4

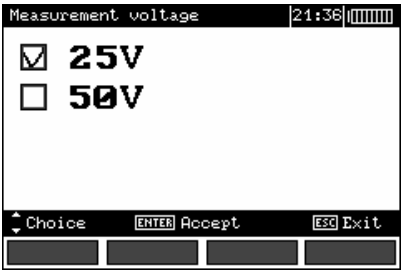


El medidor está listo a medir.
En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia.
En la barra de configuraciones se indica la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

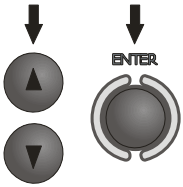
5



Para cambiar la tensión de medición, presione **F1**.

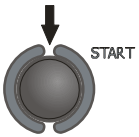


6



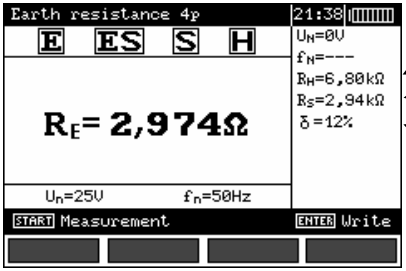
Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la tensión de medición, para confirmar presione **ENTER**.

7



Para iniciar la medición presione **START**.

8 Leer el resultado.



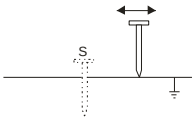
La resistencia efectiva del electrodo de corriente

La resistencia efectiva del electrodo de tensión

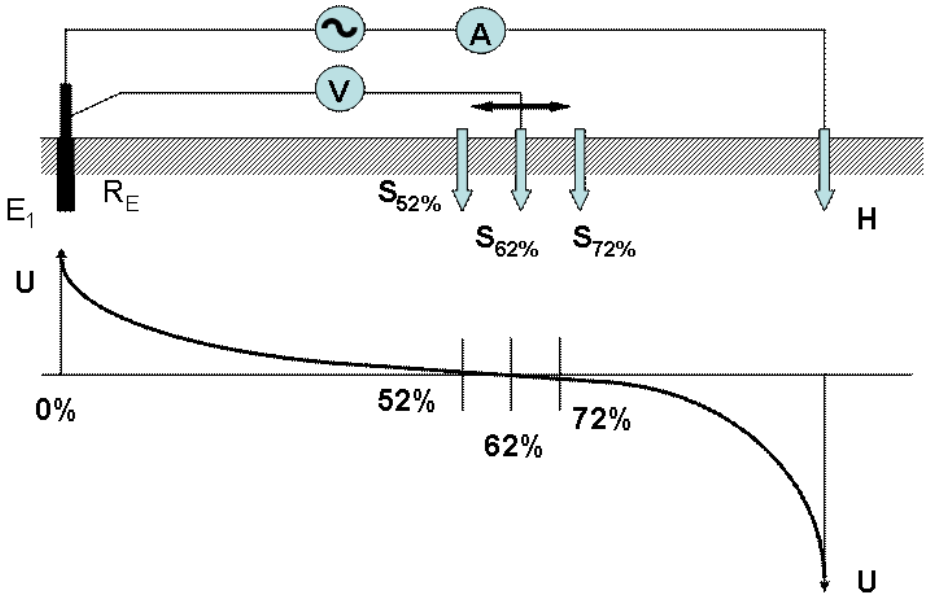
El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

9



Repetir las mediciones (ùntos 3, 7, 8) desplazando el electrodo de tensión por unos metros: alejando o acercándola a la toma de tierra medida. Si los resultados de las mediciones R_E difieren entre sí más del 3%, se debe aumentar significativamente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra medida y volver a medir.



Notas:

⚠

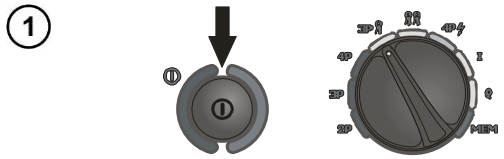
Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100V, pero por encima de los 40V se indica como peligrosa. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100V.

- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando sondas de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de las sondas y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la infuencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner la sonda, poniéndola en otro lugar o empleando la sonda de 80cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - sonda no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de las sondas **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

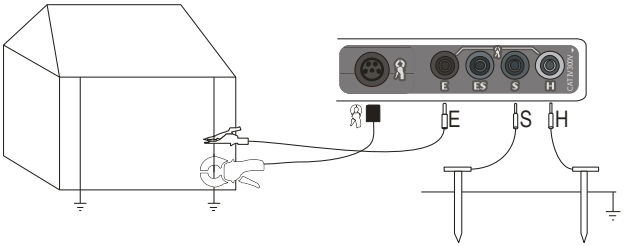
Información adicional visualizada por el medidor

R_E>19,99kΩ	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

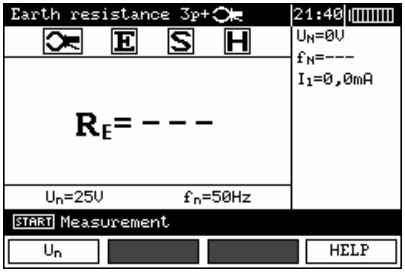
3.5 Medición 3p + tenazas



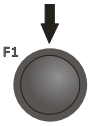
Activar el medidor. Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **3p**.

② 

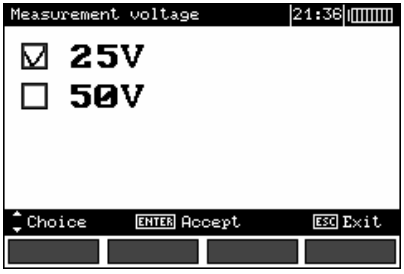
Conectar el electrodo de corriente, puesto en la tierra, con el asiento **H** del medidor.
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.
Conectar la toma de tierra a estudiar con el asiento **E** del medidor.
Ahora la toma de tierra a estudiar, los electrodos de corriente y de tensión deben encontrarse en una línea.
Conectar las tenazas a la toma de tierra medida debajo de la conexión del canductor **E**.

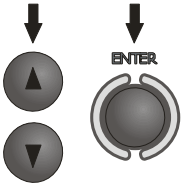


El medidor está listo a realizar la medición.
En el visor auxiliar se puede leer el valor de la tensión perturbadora, su frecuencia y el valor efectivo de la corriente de fuga que pasa por las tenazas.
En la barra de configuraciones se visualiza la frecuencia de la red configurada en el MENÚ.

③ 

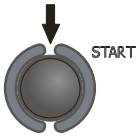
Para cambiar la tensión de medición presione **F1**.



④ 

Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la tensión de medición, presione **ENTER**.

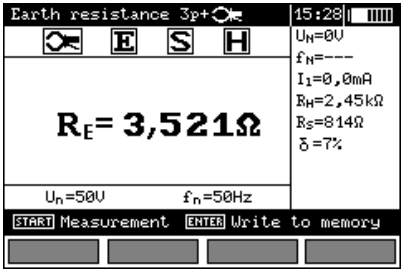
5



Para iniciar la medición presione **START**.

6

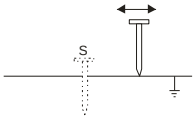
Leer el resultado.



La resistencia efectiva del electrodo de corriente
La resistencia efectiva del electrodo de tensión
El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

7



Repetir las mediciones (ùntos 2 y 5) desplazando el electrodo de tensión por unos metros: alejando o acercándola a la toma de tierra medida. Si los resultados de las mediciones R_E difieren entre sí más del 3%, se debe aumentar significativamente la distancia entre el electrodo de corriente y la toma de tierra medida y volver a medir.

Notas:

⚠

Tenazas flexibles no son adecuadas para esta medición.

⚠

Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100V, pero por encima de los 40V se indica como peligrosa. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100V.

- Las pinzas no están incluidas en el equipamiento básico del medidor, deben adquirirse por separado.
- Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. La opción de la calibración de las tenazas se encuentra en el **MENÚ**.
- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando sondas de poco contacto con el

suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de las sondas y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la infuencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner la sonda, poniéndola en otro lugar o empleando la sonda de 80cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - sonda no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de las sondas **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.
- La calibración hecha por el fabricante no toma en consideración la resistencia efectiva de los conductores de medición. El resultado visualizado por el medidor es una suma de las resistencias efectivas del objeto medido y de los conductores.

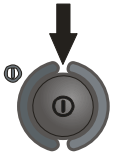
Información adicional visualizada por el medidor

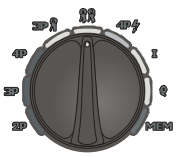
R_E>1999Ω	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
I_L>max	La corriente perturbadora demasiado alta, el error de la medición puede ser mayor que el básico.

3.6 Medición con dos tenazas

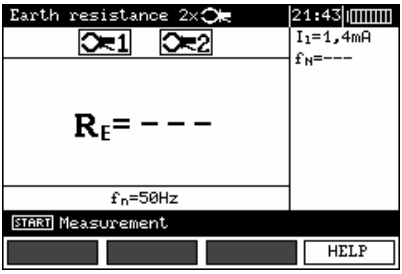
La medición con dos tenazas se aplica donde no se puede emplear electrodos puestos en el suelo.

¡ATENCIÓN!
El método con dos tenazas se puede emplear midiendo sólo las puestas a tierra múltiples.

① 

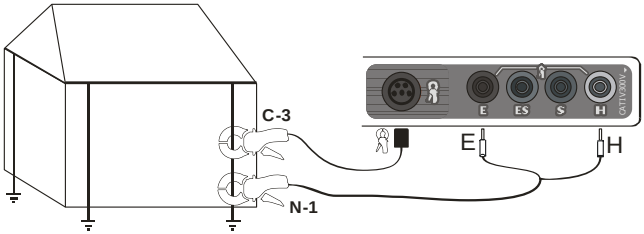


Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición .



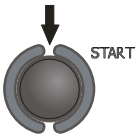
El medidor está listo a realizar la medición.
En el visor auxiliar se puede leer el valor de la corriente de fuga que pasa por las tenazas y su frecuencia.

2



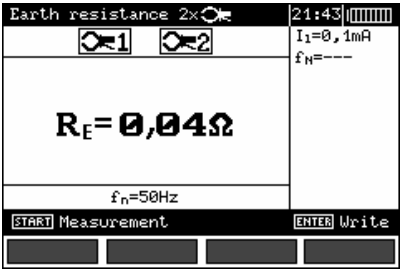
Las tenazas de entrada y de medición conectar en la toma de tierra estudiada en la distancia de al menos 30cm entre sí.
Conectar las tenazas de entrada a los asientos **H** y **E**, las tenazas de medición a los asientos de tenazas.

3



Para iniciar la medición presione **START**.

4



Leer el resultado.

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

Notas:

⚠

Las mediciones se pueden hacer para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3A rms y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.

⚠

Tenazas flexibles no son adecuadas para esta medición.

- Las pinzas no están incluidas en el equipamiento básico del medidor, deben adquirirse por separado.

- Las tenazas compradas con el medidor deben calibrarse antes de su primer uso. Periódicamente se pueden calibrar para evitar la influencia del envejecimiento de los elementos en la precisión de la medición. La opción de la calibración de las tenazas se encuentra en el **MENÚ**.

- Si la corriente de las tenazas es demasiado baja, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

Información adicional visualizada por el medidor

R_E>149,9Ω	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

3.7 Medición 4p (de impulsión)

El método de impulsión se emplea para las mediciones de la impedancia dinámica de las puestas a tierra pararrayos. No se debe emplear para mediciones de las puestas a tierra protegidas ni de trabajo.

Gran declive de la frente del impulso de toque hace que gran influencia en la impedancia efectiva de la toma de tierra tenga su inductancia. Así las impedancia de la toma de tierra medida mediante el método de impulsión depende de su largo y del declive de la frente del impulso de toque.

La inductancia de la toma de tierra causa el desplazamiento entre los picos de la corriente y la caída de la tensión. Así las tomas de tierra extensas de poca resistencia efectiva medida mediante el método de baja frecuencia pueden tener el valor de la impedancia mucho más alto.

La impedancia de impulso se calcula de la relación:

$$Z_E = \frac{U_S}{I_S}$$

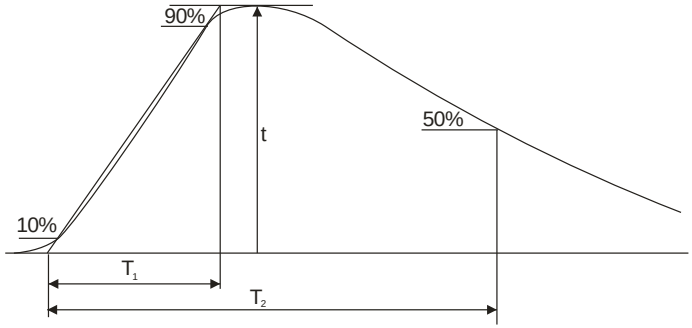
donde U_S, I_S – valor pico de la tensión y de la corriente.

Mediante el método de impulsión se determina la impedancia resultante de la puesta a tierra. No se deben desenroscar los bornes de control.

Es aconsejable tal disposición de los conductores de medición que el ángulo entre ellos sea de al menos 60°.

Los cables de la medición deben estar completamente desenrolladas. De lo contrario, el resultado de la medición puede ser incorrecto.

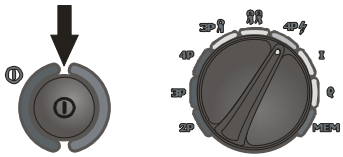
La figura siguiente explica qué significan los números que definen la forma del impulso (según la PN-EN 62305-1 Protección pararrayos - Parte 1. Exigencias generales).



t = amplitud de la corriente
T_1 = tiempo de duración de la frente
T_2 = tiempo hasta el semi pico

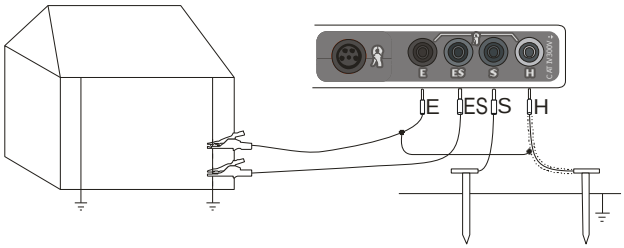
Forma del impulso definida por la relación T_1/T_2 p.ej. 4/10μs.

1



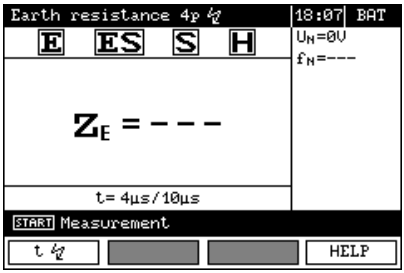
Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **4p**.

2



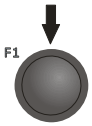
Conectar el electrodo de corriente, puesto en la tierra, a través del conductor apantallado con el asiento **H** del medidor.
Conectar el electrodo de tensión, puesto en la tierra, con el asiento **S** del medidor.
Conectar la toma de tierra medida con el asiento **E** del medidor y con la pantalla del conductor H.
Conectar el asiento **ES** mediante el conductor a la toma de tierra estudiada debajo del conductor **E**.
La toma de tierra y los electrodos de corriente y de tensión deben tener tal disposición que el ángulo entre los conductores de medición sea de al menos 60°.

③

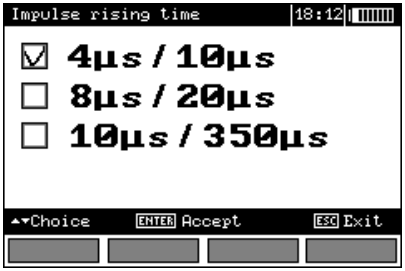


El medidor está listo a medir.
En el visor auxiliar podemos leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia.
En la barra de configuraciones se indica el tiempo del acrecimiento del impulso.

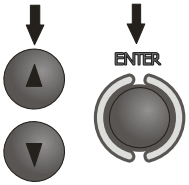
④



Para cambiar la forma del impulso de medición presione **F1**.

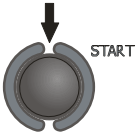


⑤



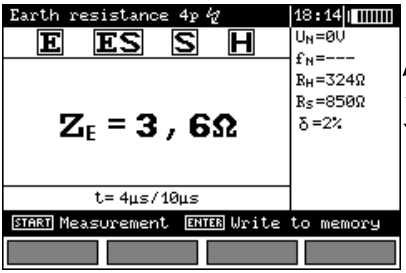
Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la forma del impulso de medición, presione **ENTER**.

⑥



Para iniciar la medición presione **START**.

⑦ Leer el resultado.



La resistencia efectiva del electrodo de corriente
La resistencia efectiva del electrodo de tensión
El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

Notas:

⚠

Se puede hacer la medición de la impedancia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100V, pero por encima de los 40V se indica como peligrosa. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100V.

- El impulso 8/20µs está disponible para la versión de software desde la 2.04.
- R_H i R_S se miden mediante el método de baja frecuencia.
- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.
- Si la resistencia efectiva de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra Z_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando sondas de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de las sondas y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la infuencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner la sonda, poniéndola en otro lugar o empleando la sonda de 80cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - sonda no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.
- Si la resistencia efectiva de las sondas **H** o **S**, o de ambas excede el 1kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

Información adicional visualizada por el medidor

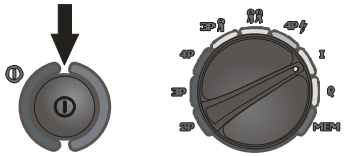
Z_E>199Ω	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua 🔊	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea la medición.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.

LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

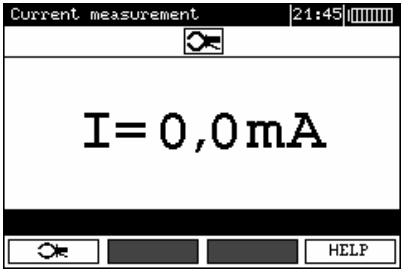
3.8 Medición de la corriente

La función permite hacer la medición del valor efectivo de la corriente empleando las tenazas. Puede emplearse para medir, por ejemplo, la corriente de fuga en la instalación estudiada. Es posible escoger dos tipos de tenazas: C-3 o F-1 que difieren entre sí en cuanto al diámetro y los rangos de las corrientes medidas (véase los datos técnicos).

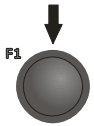
1



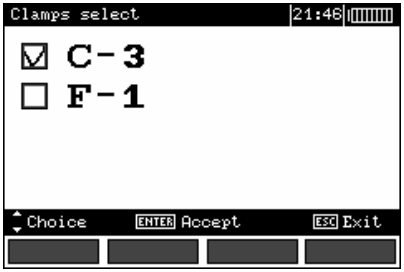
Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **I**.



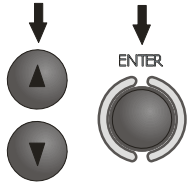
2



Para seleccionar el tipo de las tenazas presione el botón **F1**.



3



Con los botones ▲ y ▼ seleccionar el tipo de las tenazas, presione **ENTER**.

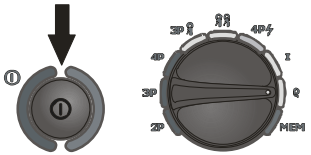
Notas:

- La medición es continua, sin posibilidad de guardarla en la memoria.
- Con las tenazas flexibles F-1 podemos medir sólo grandes corrientes > 1A.

3.9 Medición de la resistividad del suelo

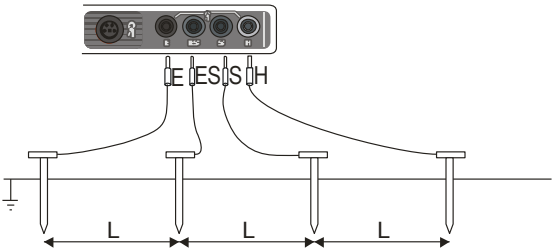
Para medir la resistividad del suelo (para preparar la realización del proyecto del sistema de las puestas a tierra o en geología) se ha previsto una función separada seleccionada con el conmutador rotativo: medición de la resistividad del suelo ρ. Esta función metrológicamente es idéntica a la medición de cuatro polos de la resistencia efectiva de la puesta a tierra, sin embargo incluye un procedimiento adicional de introducir la distancia entre los electrodos. El resultado de la medición - el valor de la resistividad calculado automáticamente según la fórmula $\rho = 2\pi L R_E$, aplicada en el método de Wenner. Este método supone las distancias iguales entre los electrodos.

1

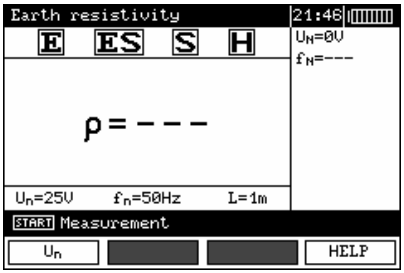


Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **ρ**.

2

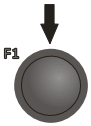


4 sondas puestas en la tierra en una línea y en distancias igueles conectar al medidor según la figura.

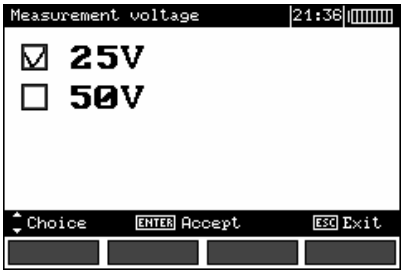


El medidor está listo a realizar la medición.
En el visor auxiliar se puede leer el valor de la tensión perturbadora y su frecuencia.
En la barra de configuraciones se visualizan:
tensión de medición,
frecuencia de la red configurada en el **MENÚ** y
distancia entre los electrodos.

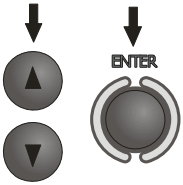
3



Para cambiar la tensión de medición presione el botón F1.

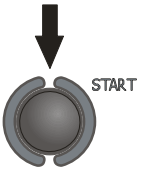


4

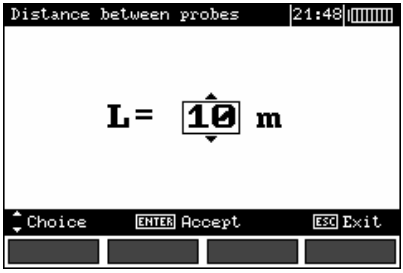


Con los botones ▲ y ▼ seleccionar la tensión de medición, presione **ENTER**.

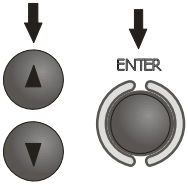
5



Para ir al modo de seleccionar la distancia entre las sondas presione el botón **START**.

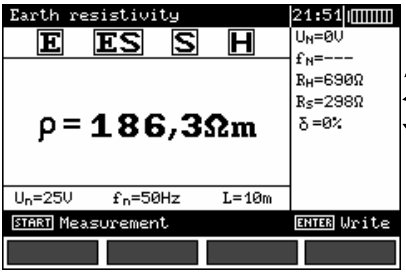


6



Con los botones ▲, ▼ seleccionar la distancia entre las sondas, presione el botón **ENTER** para iniciar la medición.

7 Leer el resultado.



La resistencia efectiva del electrodo de corriente
La resistencia efectiva del electrodo de tensión
El valor de la incertidumbre adicional por la resistencia efectiva de los electrodos

El resultado se visualiza en la pantalla por 20seg.
Se puede volver a visualizarlo con el botón **ENTER**.

Notas:

⚠

Se puede hacer la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra si la tensión perturbadora no supera los 24V. La tensión perturbadora se mide hasta los 100V, pero por encima de los 40V se indica como peligrosa. No se puede conectar el medidor a las tensiones mayores de los 100V.

- En los cálculos se supone que las distancias entre los electrodos son iguales (el método de Wenner). Si no es así, se debe hacer la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra mediante el método de cuatro polos y hacer cálculos por su propia cuenta.

- Preste mucha atención en la calidad de la conexión entre el objeto estudiado y el conductor de medición - la zona de contacto debe estar limpia de tinta, herrumbre etc.

- Si la resistencia efectiva de las sondas de medición es demasiado grande, la medición de la toma de tierra R_E tiene una incertidumbre adicional. La incertidumbre particularmente alta aparece cuando medimos un valor pequeño de la resistencia efectiva empleando sondas de poco contacto con el suelo (tal situación es frecuente cuando la toma de tierra es buena, pero la parte superior del suelo es seca y de poca conductividad). Entonces la relación entre la resistencia efectiva de las sondas y la resistencia efectiva de la toma de tierra medida es muy alta y por ello, es alta también la incertidumbre. Según las fórmulas indicadas en el punto 10.2 se puede hacer cálculos que nos permiten estipular la infuencia de las condiciones de medición. También se puede mejorar el contacto de la sonda con el suelo, p.ej. humedeciendo con agua el lugar de poner la sonda, poniéndola en otro lugar o empleando la sonda de 80cm. También se deben comprobar los conductores de medición - si no presentan daños en el aislamiento y si los contactos: conductor - enchufe de plátano - sonda no están sueltos o con corrosión. En la mayoría de los casos la precisión de las mediciones conseguida es suficiente, sin embargo debemos tener en cuenta el valor de la incertidumbre de la medición.

- Si la resistencia efectiva de las sondas **H** y **S** o de una de ellas excede los 19,9kΩ, el medidor visualiza el mensaje correspondiente.

Información adicional visualizada por el medidor

R_E>999kΩm	El rango de medición excedido.
U_N>40V! y señal acústica continua	La tensión en los bornes de medición mayor de 40V, se bloquea el teclado.
U_N>24V!	La tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, se bloquea la medición.
LIMIT!	Incertidumbre desde la resistencia efectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la incertidumbre se toman los valores medidos)
NOISE! (RUIDO)	La señal perturbadora tiene el valor demasiado alto - el resultado con incertidumbre adicional.

4 Memoria

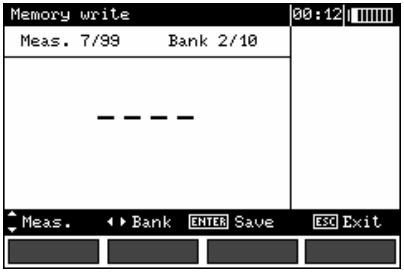
Los medidores MRU-200 están dotados en una memoria de 990 resultados de la medición de la resistencia efectiva. El espacio en la memoria en el que se guarda el resultado particular se llama la célula de la memoria, que en el medidor está descrita como "medición". Toda la memoria está dividida en 10 bancos por 99 células cada uno. Se puede guardar cada resultado en la célula del número escogido y en el banco escogido. Gracias a ello, el usuario del medidor, según sus necesidades, puede ordenar los números de las células a puntos de medición, y los números de los bancos a objetos medidos, hacer las mediciones en la orden cualquiera y repetirlas sin perder los demás datos.

La memoria de los resultados de mediciones no se cancela al apagar el medidor. Así se las puede volver a leer o enviar al ordenador. Tampoco cambia el número de la célula y del banco.

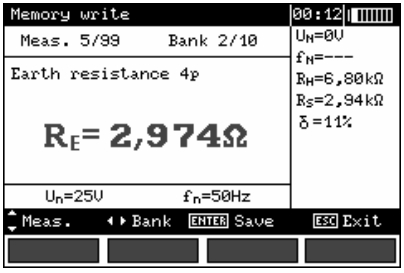
Es aconsejable cancelar la memoria después de leer los datos o antes de hacer una nueva serie de mediciones; así podrán guardarse en las mismas células que las anteriores.

4.1 Guardar en la memoria

(1) Una vez hecha la medición presionar el botón **ENTER**.



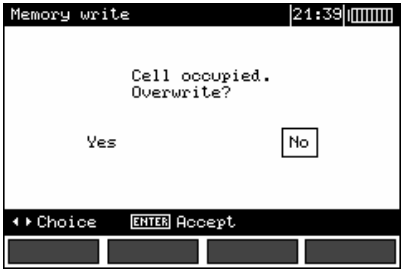
célula libre



célula ocupada

(2) Seleccionar la medición (célula) con los botones ▲ y ▼, seleccionar el banco con los botones ◀ y ▶.
Guardar en la memoria con el botón **ENTER**.

③ Al intentar guardar en la célula ocupada aparecerá un aviso:

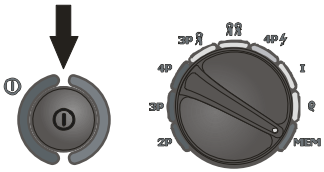


④ Después de seleccionar la opción con los botones ◀ y ▶ presionar la tecla **ENTER**.

4.2 Cancelar la memoria

Nota:

Al cancelar se visualiza la barra de avance.

① 

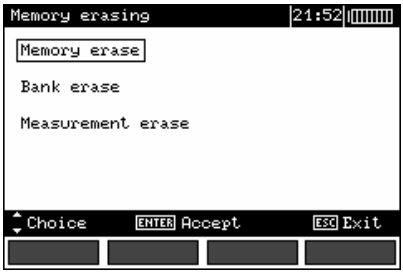
Activar el medidor.
Poner el conmutador rotativo de funciones en la posición **MEM**.

②

Con los botones ▲ y ▼ indicar "Cancelar la memoria".

③

Presionar el botón **ENTER**.



④

Con los botones ▲ y ▼ indicar cancelar toda la memoria, el banco o la medición.

⑤ Proceder según las indicaciones visualizadas por el medidor.

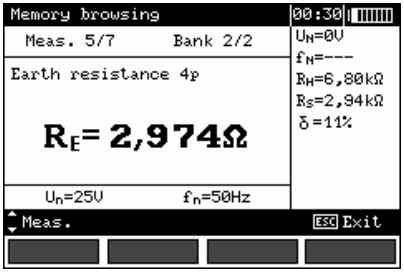
4.3 Revisar la memoria

①

Con los botones ▲ y ▼ indicar "Revisar la memoria".

②

Presionar el botón **ENTER**.



③ Con los botones ◀ y ▶ se selecciona el banco y con los botones ▲ y ▼ se selecciona la célula.

Notas:

- Al revisar la memoria las mediciones y los bancos libres no están disponibles. "Medición 1/20" indica la primera medición de las 20; las mediciones 21...99 están libres y no disponibles. El mismo principio de refiere a los bancos. Si la memoria tiene guardadas las mediciones de un modo discontinuo, al revisar las mediciones y los bancos libres no se ven.

5 Transmisión de datos

5.1 Paquete de equipamientos para cooperar con el ordenador

Para la cooperación entre el medidor y el ordenador es necesario el cable USB o el módulo inalámbrico OR-1, más un software adecuado. Si el software no se ha comprado con el medidor, se puede adquirirlo del fabricante o del distribuidor autorizado.

El software que tenemos puede ser aplicado para varios dispositivos fabricados por la SONEL S.A., dotados de la interfaz USB y/o el módulo OR-1.

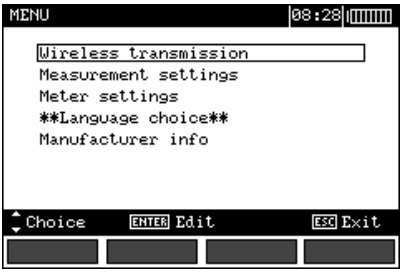
Para más información contánctense con el fabricante o los distribuidores.

5.2 Transmisión de datos a través del puerto USB

1. Poner el conmutador rotativo en la posición MEM.
2. Conectar el conductor al puerto USB del ordenador y al asiento USB del medidor.
3. Activar el programa.

5.3 Transmisión de datos a través del módulo de radio OR-1

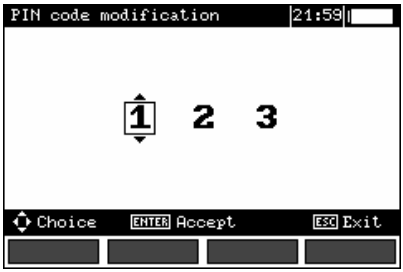
1. Conectar el módulo OR-1 al asiento USB del PC.
2. Activar el programa para archivar datos.
3. En el MENÚ principal del medidor seleccionar la posición **Wireless transmission** (Transmisión inalámbrica)



o poner el conmutador rotativo en **MEM** y presionar el botón **F1**.

4. Si es necesario cambiar el código PIN, seleccionar la posición **Modify PIN code (**Cambiar el código PIN).

5. Mediante cursores introducir el código.



El mismo código se debe introducir en el programa de ordenador. Sirve para proteger la transmisión.

6. Para iniciar la transmisión seleccionar la posición **Wireless transmission** (Transmisión inalámbrica) del MENÚ o presionar el botón **F1** en la posición **MEM** del conmutador. Aparecerán los siguientes mensajes: **Establishing RF connection** (Entablando la conexión RF), y luego **Active wireless connection** (Conexión inalámbrica activada). Si no es posible entablar la conexión aparecerá el mensaje **Wireless connection lost** (Conexión inalámbrica perdida). Una vez entablada la conexión se debe seguir la instrucción del programa para archivar datos.

Notas:

El código estándar PIN para el OR-1 es „123”.

6 Alimentación del medidor

AVISO:
El aparato MRU-200 fue diseñado exclusivamente para su uso con baterías que se incluyen como estándar. La utilización de pilas en lugar de baterías sólo puede tener lugar en casos de emergencia (por ejemplo, la descarga total de la batería durante la medición de torres de energía en condiciones de campo), sin embargo, se pueden descargar rápidamente (después de varias mediciones) y el mal funcionamiento del aparato durante un alto consumo de energía instantánea.

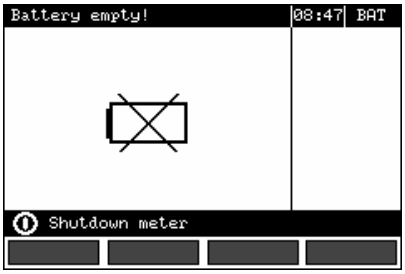
6.1 Monitoreo de la tensión de alimentación

El grado de cargar las pilas es indicado continuamente por el símbolo en el rincón derecho superior de la pantalla:

Pilas cargadas.

Pilas descargadas.

Pilas agotadas.



Pilas casi totalmente agotadas,
la medición se bloquea.

Debemos recordar que:

- la palabra **BAT** que enciende en el visor indica la tensión de alimentación demasiado baja y señala que se deben cargar las pilas,
- las mediciones hechas con la tensión de alimentación demasiado baja tienen incertidumbres adicionales imposibles de estipular por el usuario y no pueden servir para confirmar la corrección de la puesta a tierra contolada.

6.2 Cambio de pilas

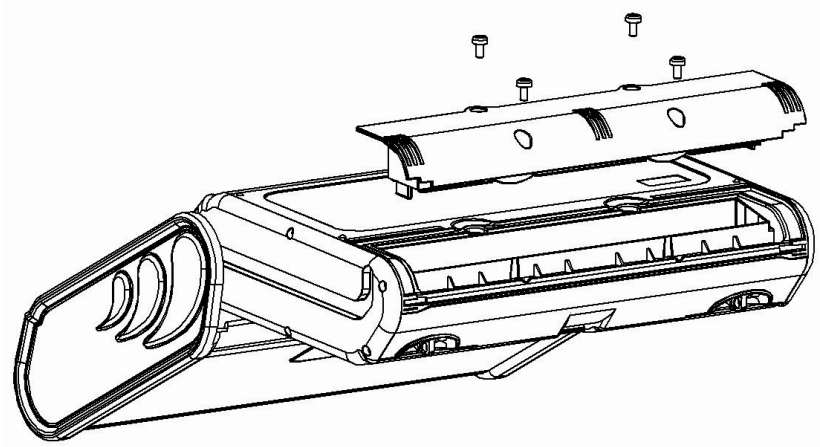
El medidor MRU-200 está equipado de un paquete de pilas NiMH y un cargador (charger) que permite su carga.

El paquete de pilas se coloca en la caja. El cargador está montado dentro de la carcasa del medidor y coopera sólo con el paquete de pilas de marca. Se alimenta de un alimentador externo. También es posible alimentar de la toma de mechero de coche.

AVISO:
Dejar los conductores en los asientos al cambiar las pilas puede provocar electrochoques graves.

Para cambiar el paquete de pilas es necesario:

- sacar todos los conductores de los asientos y apagar el medidor,
- soltar los 4 tornillos que sujetan la caja de pilas/acumuladores (en la parte baja de la carcasa),
- sacar el paquete de pilas,
- meter el nuevo paquete de pilas,
- apretar los 4 tornillos que sujetan la caja.



¡ATENCIÓN!
No se puede utilizar el medidor con la caja de pilas sacada o abierta ni alimentarlo de otras fuentes que las indicadas en este manual de instrucciones.

6.3 Cambio de fusibles

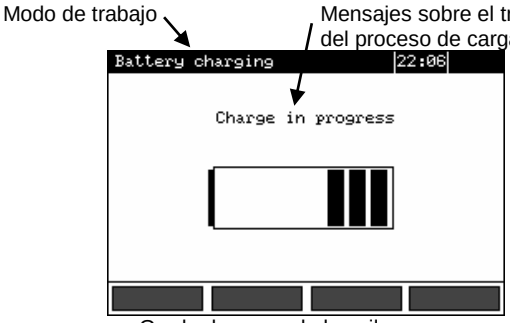
Después de retirar el contenedor para la batería hay acceso a dos fusibles intercambiables:

- FST 1A 250Vac, 5x20mm y
- 2A 250Vac, de acción retardada, 5x20mm.

Si no funciona el dispositivo o el cargador de la batería, antes de enviarlo al servicio, hay que verificar los fusibles y cambiar los fundidos por otros del mismo tipo. Los fusibles están en los agarres, cerca del centro del hueco. Para retirarlos, hay que utilizar una herramienta estrecha (p.ej. un destornillador).

6.4 Cargar las pilas

Se inicia la carga al conectar el alimentador al medidor, independientemente si el medidor está puesto o no. Durante la carga la pantalla tiene este aspecto. Las pilas se cargan según el algoritmo de "carga rápida" - este proceso permite reducir el tiempo de carga a aprox. 4 horas. Una vez finalizado el proceso de carga aparece el mensaje: **Charging concluded** (Fin de carga). Para apagar el aparato sacamos el enchufe del alimentador.



Grado de carga de las pilas:
la barra indica la carga.

Notas:

- Debido a las perturbaciones en la red puede acontecer que la carga de las pilas acabe demasiado pronto. Si consideramos que el tiempo de carga ha sido demasiado corto, debemos apagar el medidor y volver a cargar.

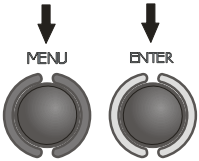
Información adicional visualizada por el medidor

Mensaje	Causa	Procedimiento
Battery connection error! (Mal contacto en el empalme del paquete de pilas)	Tensión demasiado alta en el paquete de pilas durante la carga.	Comprobar los contactos del emaplme del paquete de pilas. Si la situación no cambia, sustituir el paquete.
No battery! (Faltan pilas)	Sin comunicación con el controlador de pilas o la caja de pilas puesta.	Comprobar los contactos del emaplme del paquete de pilas. Si la situación no cambia, sustituir el paquete. Meter el paquete de pilas en vez de pilas.
Battery temperature too low! (Temperatura demasiado baja del paquete de pilas)	Temperatura ambiente inferior a 10°C	No es posible cargar en esta temperatura. Llevar el medidor a un local calentado y volver a iniciar la carga. Este mensaje puede aparecer también cuando las pilas estén muy descargadas. Varias veces se debe intentar poner el cargador.
Precharge terror (La carga previa ha fallado)	Paquete de pilas dañado o muy descargado	El mensaje aparece por un momento y el proceso de carga previa inicia desde el principio. Si después de unos intentos en el medidor aparece: **Battery temperature too high!** (Temperatura del paquete de pilas demasiado alta), se debe sustituir el paquete.

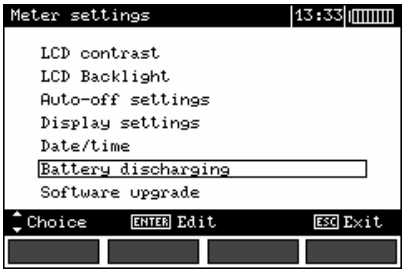
6.5 Descargar las pilas

Para garantizar el funcionamiento correcto de las pilas (indicaciones del grado de carga) y prolongar su vida útil, éstas periódicamente se deben descargar completamente. Para descargar las pilas es necesario:

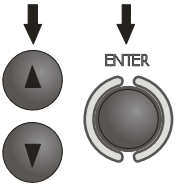
1



Presionar el botón **MENÚ** y seleccionar **Meter settings (**Configuraciones del medidor).
Presionar el botón **ENTER**.



2



Con los botones ▲, ▼ seleccionar **Battery discharging** (Descargar las pilas), presionar el botón **ENTER**.

Leer el texto visualizado y aceptar.

La descarga que dura hasta 10 horas, dependiento del grado de descarga del paquete, se indica con el texto: **Discharging of accumulators in progress** (Descargando las pilas).

6.6 Principios del uso de las pilas de níquel e hidruro metálico (Ni-MH)

- Si el dispositivo no se emplea por un tiempo prolongado, se debe sacar las pilas y almacenarlas por separado.

- Almacenar las pilas en un local seco, fresco y bien ventilado y protegerlos de la insolación directa. La temperatura de ambiente para el almacenamiento prolongado debe ser inferior a 30 grados C. Si las pilas se almacenan por el tiempo prolongado en altas temperaturas, los procesos químicos que surgen pueden reducir su vida útil.
- Pilas de Ni-MH suelen tener 500-1000 recargas. Estas pilas consiguen su rendimiento máximo después de formarse (2-3 ciclos de carga y descarga). El grado de descarga es un factor más importante que influye en la vida útil de la pila. Cuanto mayor es la descarga de la pila, menor es su vida útil.

- El efecto de memoria existe en las pilas de Ni-MH del modo limitado. Estas pilas pueden ser recargadas sin mayores consecuencias. No obstante, es aconsejable descargarlas completamente cada unos ciclos.

- Las pilas de Ni-MH almacenadas se descargan automáticamente con la velocidad aprox. del 30% al mes. El almacenamiento de las pilas en altas temperaturas puede accelerar este proceso hasta dos veces. Para evitar la descarga demasiado fuerte de las pilas, lo que exigirá su formación, de vez en cuando se debe cargar las pilas (incluso las no utilizadas).

- Los cargadores modernos y rápidos detectan las temperaturas demasiado bajas y demasiado altas de las pilas y adaptan un procedimiento adecuado. La temperatura demasiado baja debe impedir el proceso de carga que pueda dañar irreversiblemente la pila. El aumento de la temperatura de la pila es una señal para terminar la carga y es un fenómeno normal. Sin embargo, la carga en la temperatura de ambiente alta, además de reducir la vida útil, causa el aumento de la temperatura más rápido de la pila que no se cargará hasta su capacidad total.

- Se debe recordar que durante la carga rápida las pilas se cargan hasta aprox. el 80% de su capacidad; se puede conseguir mejores resultados continuando la carga: entonces el cargador entra en el modo de carga por baja corriente, transcurridas unas horas las pilas están cargadas hasta su capacidad completa.

- No cargue ni utilice las pilas en temperaturas extremas. Temperaturas extremas reducen la vida útil de las pilas y los acumuladores. Evite colocar dispositivos alimentados por pilas en locales con mucho calor. La temperatura nominal de trabajo ha de ser observada.

7 Limpieza y mantenimiento

¡ATENCIÓN!
Emplear sólo los modos de mantenimiento indicados por el fabricante en este manual de instrucciones.

Se puede limpiar la carcasa del medidor con un trapo suave y humedecido aplicando detergentes comunes. No se pueden usar disolventes ni detergentes que puedan rayar la carcasa (polvos, pastas etc.).

Se puede lavar las sondas con agua, luego se deben secar. Antes de un almacenamiento prolongado se recomienda engrasar las sondas con un lubricante para máquinas.

Se pueden limpiar las bobinas y los conductores con agua y detergentes, luego se deben secar.

El sistema electrónico del medidor no exige ningún mantenimiento.

8 Almacenamiento

Al almacenar el dispositivo se deben observar las siguientes recomendaciones:

- desconectar todos los conductores del medidor,
- limpiar bien el medidor y todos los accesorios,
- enrollar los conductores largos en las bobinas,
- sacar las pilas o los acumuladores del medidor si el tiempo de almacenamiento es prolongado,
- para evitar la descarga completa de las pilas durante el almacenamiento prolongado, éstas deben ser recargadas de vez en cuando.

9 Desmontaje y eliminación

Los equipos eléctricos y electrónicos usados deben ser recogidos selectivamente, es decir, no recogerlos con otro tipo de residuos.

Los equipos electrónicos usados deben ser entregados a un servicio competente según la Ley de equipos eléctricos y electrónicos usados.

Antes de entregar los equipos al servicio competente no se debe desmontar sus componentes.

Se debe observar la legislación local vigente sobre el desecho de embalajes, pilas y acumuladores usados.

10 Datos técnicos

- La precisión especificada es para los bornes del medidor.
- "v.m." en la incertidumbre básica indica el valor calibrado de medición.

10.1 Datos básicos

Medición de la tensión perturbadora U_N (RMS)

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0...100V	1V	±(2% v.m. + 3 dígitos)

- medición para f_N 15…450 Hz
- intervalos entre las mediciones - como mín. 2 mediciones

Medición de la frecuencia de perturbaciones f_N

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
15...450Hz	1Hz	±(1% v.m. + 2 dígitos)

- medición para las tensiones perturbadoras >1V (para las tensiones <1V se visualiza f=---)

Medición de la resistencia efectiva de los conductores protegidos y compensadores (método de 2 conductores)

Método de medición: técnico, conforme a IEC 61557-4

Rango de mediciones según IEC 61557-4: 0,045Ω ... 19,99kΩ

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,000...3,999Ω *	0,001Ω	±(2% v.m. + 4 dígitos)
4,00…39,99Ω	0,01Ω	±(2% v.m. + 2 dígitos)
40,0…399,9Ω	0,1Ω	
400…3999Ω	1Ω	
4,00…19,99kΩ	0,01kΩ	±(5% v.m. + 2 dígitos)

* - En el rango de 0,000...0,045Ω no se especifica la precisión.

Medición de la resistencia de las puestas a tierra (método de 3, 4 conducotres)

Método de medición: técnico, conforme a IEC 61557-5

Rango de mediciones según IEC 61557-5: 0,100Ω ... 19,99kΩ

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,000...3,999Ω *	0,001Ω	±(2% v.m. + 4 dígitos)
4,00…39,99Ω	0,01Ω	±(2% v.m. + 2 dígitos)
40,0…399,9Ω	0,1Ω	
400…3999Ω	1Ω	
4,00…19,99kΩ	0,01kΩ	±(5% v.m. + 2 dígitos)

* - Para la medición de 3 conductores en el rango de 0,000...0,045Ω no se especifica la precisión.

Medición de la resistencia efectiva de los electrodos auxiliares

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0...999Ω	1Ω	±(5% (R_E+R_H+R_S) + 8 dígitos)
1,00...9,99kΩ	0,01kΩ	
10,0…19,9kΩ	0,1kΩ	

Medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra múltiples con tenazas (método de 3 conductores con tenazas)

Método de medición: técnico, conforme a IEC 61557-5

Rango de mediciones según IEC 61557-5: 0,120Ω ... 1999Ω

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,000...3,999Ω *	0,001Ω	±(8% v.m. + 4 dígitos)
4,00...39,99Ω	0,01Ω	±(8% v.m. + 3 dígitos)
40,0...399,9Ω	0,1Ω	
400....1999Ω	1Ω	

* - En el rango de 0,000...0,045Ω no se especifica la precisión.

Medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra múltiples con tenazas dobles

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,00...19,99Ω	0,01Ω	±(10% v.m. + 3 dígitos)
20,0...149,9Ω	0,1Ω	±(20% v.m. + 3 dígitos)

Medición de la resistividad del suelo

Método de medición: de Wenner, $\rho = 2\pi LR_E$

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,0..199,9Ωm	0,1Ωm	Depende de la incertidumbre básica para la medición R_E de 4p, pero no inferior a ±1 dígito
200..1999Ωm	1Ωm	
2,00..19,99kΩm	0,01kΩm	
20,0..99,9kΩm	0,1kΩm	
100..999kΩm	1kΩm	

- distancia entre las sondas de medición (L): 1...50m

Medición de las corrientes de fuga, de defecto (rms)

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,1..99,9mA [1]	0,1mA	±(8% v.m. + 5 dígitos)
100..999mA [1]	1mA	±(8% v.m. + 3 dígitos)
1,00..4,99A [1,2]	0,01A	±(5% v.m. + 5 dígitos) [1] no especificada [2]
5,00..9,99A[1,2]	0,01A	±(5% v.m. + 5 dígitos)
10,0..99,9A[1,2]	0,1A	
100 … 300A[1,2]	1A	

[1] – tenazas (diámetro 52mm) – C-3
[2] – tenazas flexibles – F-1

- rango de la frecuencia: 45...400Hz

Medición de la resistencia de la puesta a tierra mediante el método de impulsión

Rango	Resolución	Incertidumbre básica
0,0...99,9Ω	0,1Ω	±(2,5% v.m. + 3 dígitos)
100… 199Ω	1Ω	

- forma del impulso: 4/10µs, 8/20µs (desde la versión del software 2.04) o 10/350µs
- corriente de medición en el impulso: 1A
- tensión en el pico: 1500V

Los demás datos técnicos

a) tipo de aislamiento ..... doble, conforme a EN 61010-1 y IEC 61557
b) Categoría de seguridad según EN 61010-1 ....IV 300V (altura sobre el nivel del mar ≤2000m), IV 255V (altura sobre el nivel del mar ≤3000m)
c) grado de protección de la carcasa según EN 60529 ..... IP54
d) tensión máxima de perturbaciones AC + DC con la que se hace la medición ..... 24 V
e) tensión de perturbaciones máxima medida ..... 100 V
f) corriente perturbadora máxima con la que se hace la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra con el método de tenazas ..... 3 Arms
g) frecuencia de la corriente de medición ..... 125Hz para las redes 16 2/3Hz, 50Hz y 400Hz y 150Hz para la red 60Hz
h) tensión y corriente de medición para 2p ..... U<24 Vrms, I≥200 mA para R≤2 Ω
i) tensión de medición para 3p, 4p ..... 25 V o 50 V
j) corriente de medición (de cortocircuito) para 3p, 4p ..... >200 mA
k) resistencia efectiva máxima para electrodos de medición ..... 20 kΩ
l) señalización de la corriente demasiado pequeña de las tenazas para ..... ≤0,5 mA
m) alimentación del medidor ..... paquete de pilas tipo SONEL NiMH 4,8V 4,2 Ah
n) parámetros del alimentador del cargador de baterías ..... 100 V…240 V, 50 Hz…60 Hz
o) número de mediciones para R 2p ..... >1500 (1Ω, 2 mediciones/minuto)
p) número de mediciones para R_E ..... > 1200 (R_E=10Ω, R_H=R_S=100Ω, 2 mediciones/minuto)
q) tiempo de medición de la resistencia efectiva con método de dos polos ..... <6 s
r) tiempo de medición de la resistencia efectiva con otros métodos y de la resistividad ..... <8 s
s) tamaños ..... 288 x 223 x 75 mm
t) peso del medidor con pilas ..... aprox. 2 kg
u) temperatura de trabajo ..... -10..+50 °C
v) el rango de temperatura para iniciar la carga de la batería ..... +10 °C...+40 °C
w) la temperatura a la que se interrumpe la carga ..... <+5 °C y ≥ +50 °C
x) temperatura de referencia ..... 23 ±2 °C

y) temperatura de almacenamiento .....-20..+80 °C
z) humedad relativa .....20..85%
aa) humedad nominal relativa.....40..60%
bb) estándar de calidad..... elaborado, diseñado y fabricado según la ISO 9001
cc) el prodcuto cumple las exigencias EMC según las normas.....
.....EN 61326-1:2006 y EN 61326-2-2:2006

10.2 Datos adicionales

Datos sobre las incertidumbres adicionales sirven ante todo al emplear el medidor en condiciones no estándares y en laboratorios de medición para la calibración.

10.2.1 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para las funciones 3p, 4p, 3p + tenazas

R	Incertidumbre adicional [Ω]
0,000…3,999Ω	$\pm(25\cdot10^{-4}\cdot R_E + 2\cdot10^{-4}\cdot\frac{U_z}{R_E})\cdot U_z$
>3,999Ω	$\pm(5\cdot10^{-4}\cdot R_E + 2\cdot10^{-2})\cdot U_z$

10.2.2 Influencia de la tensión perturbadora en serie en la medición de la resistencia efectiva para la función ρ

$$\Delta_{add}\ [\Omega] = \pm 2{,}5\cdot(10^{-3}\cdot R_E + 10^{-6}\cdot R_H\cdot U_z)\cdot U_z\ ,$$

$$\text{donde } R_E = \frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot L}$$

10.2.3 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia efectiva para las funciones 3p, 4p, 3p + tenazas

R_E	R_H,R_S	Incertidumbre adicional [%]
0,000… …3,999Ω	R_H≤500Ω i R_S≤500Ω	En los límites de la incertidumbre básica
	R_H>500Ω o R_S>500Ω o R_H y R_S>500Ω	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot 200 + \frac{{R_H}^2}{R_E\cdot R_H+200}\cdot 5\cdot10^{-3} + (1+\frac{1}{R_E})\cdot R_H\cdot 4\cdot10^{-4})$
>3,999Ω	R_H≤1kΩ y R_S≤1kΩ	En los límites de la incertidumbre básica
	R_H>1kΩ o R_S>1kΩ o R_H y R_S>1kΩ	$\pm(\frac{R_S}{R_S+10^6}\cdot 200 + \frac{{R_H}^2}{R_E\cdot R_H+200}\cdot 5\cdot10^{-3} + R_H\cdot 4\cdot10^{-4})$

R_E[Ω], R_S[Ω] y R_H[Ω] son valores visualizados por el dispositivo.

10.2.4 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra para la función ρ

Incertidumbre adicional [%]
$\pm(\frac{R_H\cdot(R_S+30000\Omega)}{R_E}\cdot 3{,}2\cdot10^{-7} + 4\cdot10^{-4}\cdot\sqrt{{R_H}^2+{R_S}^2})$

R_E[Ω], R_S[Ω] y R_H[Ω] son valores visualizados por el dispositivo.

10.2.5 Influencia de los electrodos auxiliares en la medición de la resistencia de las puestas a tierra con método de impulsión ρ

R_H	Z_E	Incertidumbre [%]
$R_H \leq 150\Omega$	0,0…199Ω	en los límites de la incertidumbre básica
$R_H > 150\Omega$	0,0…4,9Ω	$\pm(\frac{R_H - 100}{Z_E} \cdot 4 \cdot 10^{-2})$
	5,0…199Ω	$\pm((R_H - 100) \cdot 7 \cdot 10^{-3})$

Z_E[Ω] y R_H[Ω] son valores visualizadas por el dispositivo.

10.2.6 Influencia de la corriente perturbadora en el resultado de la medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra 3p + tenazas

El medidor MRU-200 puede hacer mediciones para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3A rms y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.

R_E	U_{wy}	Incertidumbre [Ω]
≤50Ω	25V	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot {I_{zakl}}^2)$
	50V	$\pm(2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot R_E \cdot {I_{zakl}}^2)$
>50Ω	25V	$\pm(70 \cdot 10^{-6} \cdot {R_E}^2 \cdot {I_{zakl}}^2)$
	50V	$\pm(50 \cdot 10^{-6} \cdot {R_E}^2 \cdot {I_{zakl}}^2)$

Para el valor de la corriente >3A se bloquea la posibilidad de hacer mediciones.

10.2.7 Influencia de la corriente perturbadora en el resultado de la medición de la resistencia efectiva de las puestas a tierra con tenazas dobles

El medidor MRU-200 puede hacer mediciones para la corriente perturbadora del valor que no excede los 3A rms y la frecuencia conforme a la configurada en el MENÚ.

R_E	Incertidumbre [Ω]
0,00...4,99Ω	en los límites de la incertidumbre básica
5,00...19,9Ω	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot {R_E}^2 \cdot {I_{zakl}}^3)$
20,0...149,9Ω	$\pm(6 \cdot 10^{-2} \cdot {R_E}^2 \cdot {I_{zakl}}^3)$

Para el valor de la corriente >3A se bloquea la posibilidad de hacer mediciones.

10.2.8 Influencia de la relación entre la resistencia efectiva de la puesta a tierra múltiple medida con tenazas y la resistencia resultante (3p + tenazas)

R_C	Incertidumbre [Ω]
≤99,9Ω	$\pm(3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{{R_w}^2})$
>99,9Ω	$\pm(6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{{R_w}^2})$

R_C[Ω] es el valor de la resistencia efectiva medida con tenazas de la rama visualizada por el dispositivo, y R_W[Ω] es el valor de la resistencia efectiva resultante de la puesta a tierra múltiple.

10.2.9 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-4 (2p)

Magnitud que influye	Indicación	Incertidumbre adicional	
Posición	E_1	0%	
Tensión de alimentación	E_2	0% (no enciende bAt)	
Temperatura	E_3	R≤3,999Ω	±0,3 dígitos/°C
		R>3,999Ω y <1kΩ	±0,2 dígitos/°C
		R≥1kΩ	±0,07%/°C ±0,2 dígitos/°C

10.2.10 Incertidumbres adicionales según IEC 61557-5 (3p, 4p, 3p + tenazas)

Magnitud que influye	Indicación	Incertidumbre adicional	
Posición	E_1	0%	
Tensión de alimentación	E_2	0% (no enciende bAt)	
Temperatura	E_3	R≤3,999Ω	±0,3 dígitos/°C
		R>3,999Ω y <1kΩ	±0,2 dígitos/°C
		R≥1kΩ	±0,07%/°C ±0,2 dígitos/°C
Tensión perturbadora en serie	E_4	Según las fórmulas del p. 10.2.1 (U_z=3V 50/60/400/16 2/3Hz)	
Resistencia efectiva de los electrodos y las tomas a tierra auxiliares	E_5	Según la fórmula del p.10.2.3	

11 Equipamiento

11.1 Equipamiento básico

- 4 sondas de 30 cm – **WASONG30**,
- conductor de medición negro de 2,2 m de largo acabado con enchufes de plátano – **WAPRZ2X2BLBB**,
- conductores de medición en bobinas de 25 m de largo (azul **WAPRZ025BUBBSZ** – 1 unidad y rojo **WAPRZ025REBBSZ** – 1 unidad), acabados en ambos extremos con enchufes de plátano que permiten extender los conductores (para medir puestas a tierra extensas),
- conductor de medición de 50m en bobina (apantallado, amarillo), acabado en ambos extremos con enchufes de plátano – **WAPRZ050YEBBSZE**,
- conductor de 1,2m rojo – **WAPRZ1X2REBB**,
- cocodrilo negro – **WAKROBL20K01**,
- cocodrilo rojo – **WAKRORE20K02**,
- tornillo – **WAZACIMA1**,
- paquete de pilas – **WAAKU07**,
- funda para el medidor – **WAFUTL2**,
- arnés para llevar el dispositivo 2 unidades. (largo y corto) – **WAPOZSZEKPL**,
- cable USB – **WAPRZUSB**,
- conductor para cargar las pilas de la toma de mechero de coche – **WAPRZLAD12SAM**,
- alimentador para cargar las pilas (adaptado a varios países) – **WAZASZ7**,
- manual de instrucciones.

11.2 Equipamiento adicional

Adicionalmente, del fabricante o de sus distribuidores se pueden comprar los siguientes elementos que no constituyen el equipamiento estándar:

WASONG80

- *sonda de medición de 80cm para poner en el suelo*

WACEGC3OKR

- *tenazas C-3*

WAFUTL3

- *funda para la sonda de 80cm*

WAPOJ1

- *caja para las pilas*

WACEGN1BB

- *tenazas N-1*

WACEGF1OKR

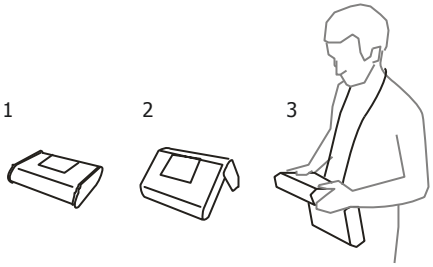
- *tenazas flexibles F-1*

LSWPLMRU200

- *certificado de calibración*

12 Posición de la cubierta del medidor

Cubierta móvil permite utilizar el medidor en varias posiciones.



1 - Cubierta debajo del medidor
2 - Cubierta como soporte
3 - Cubierta en la posición que permite llevar el medidor cómodamente en el arnés

13 Fabricante

El fabricanre del dispositivo responsable por el servicio de garatía y postventa:

SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia
tel. +48 74 858 38 60
fax +48 74 858 38 09
E-mail: export@sonel.pl
Web page: www.sonel.pl

Nota:
Sólo el fabricante es autorizado a realizar reparaciones de servicio.

NOTAS

AVISOS E INFORMACIÓN VISUALIZADA POR EL MEDIDOR

¡OJO!

El medidor está diseñado para trabajar con tensiones perturbadoras de valores menores de los 24V para mediciones R_E, y menores de los 3V para mediciones R_{CONT}. Se miden las tensiones hasta los 100V, pero por encima de los 40V se indican como peligrosas. No se puede conectar el medidor a tensiones mayores de los 100V.

U_N>24V!	Tensión en los bornes de medición mayor de 24V, pero menor de 40V, la medición se bloquea.
U_N>40V! y señal acústica continua	Tensión en los bornes de medición mayor de 40V, la medición se bloquea.
NOISE!	Señal perturbadora tiene el valor demasiado alto, el resultado puede tener la incertidumbre adicional.
R>19,99kΩ **R_E>19,99kΩ** **R_E>1999Ω** **R_E>149,9Ω** **R_D>199Ω** **ρ>999kΩm**	Rango de medición excedido.
LIMIT!	Incertidumbre de la resistencia defectiva de los electrodos > 30%. (Para calcular la resistencia se toman los valores medidos.)
I_L>max	Corriente perturbadora excesiva, la incertidumbre de la medición puede ser superior a la básica.
	Pilas cargadas.
	Pilas descargadas.
	Pilas agotadas.
	Pilas completamente agotadas, la medición se bloquea.

SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polonia

+48 74 85 83 860
+48 74 85 83 800
fax +48 74 85 83 808

Página web: www.sonel.pl
e-mail: export@sonel.pl